

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 05142251  
PUBLICATION DATE : 08-06-93

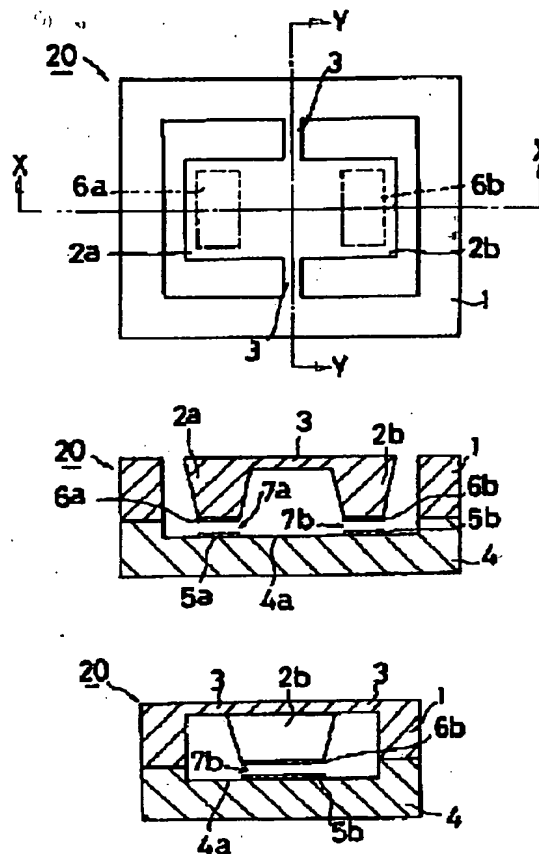
APPLICATION DATE : 22-11-91  
APPLICATION NUMBER : 03334062

APPLICANT : OMRON CORP;

INVENTOR : UMEDA HIDENOBU;

INT.CL. : G01P 15/125

TITLE : ANGULAR ACCELERATION SENSOR



**ABSTRACT :** PURPOSE: To obtain a small angular acceleration sensor for detecting angular acceleration of rotation of a car and the like.

**CONSTITUTION:** In the center of a square shape frame 1, beams 3 having elasticity are bridged and square hollow parts 2a and 2b with the same weight are symmetrically arranged on both sides of beams 3 so that the square hollow parts 2a and 2b can be rotated for small angle around the axis of the beams 3. On the lower surface of the frame 1, base 4 is bonded. On the bottom surfaces of the square hollow parts 2a and 2b, movable electrodes 6a and 6b are provided and static electrodes 5a and 5b are provided facing to them on the inner surface of the base 4. Angular acceleration is detected by evaluating the twist angle of the beam 3 from the variation of the electrostatic capacitance between counter electrodes 5a, 6a and 5b, 6b.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-142251

(43) 公開日 平成5年(1993)6月8日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>  
G 0 1 P 15/125

識別記号 庁内整理番号  
8708-2F

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数5(全6頁)

(21) 出願番号 特願平3-334062

(22) 出願日 平成3年(1991)11月22日

(71) 出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72) 発明者 梅田 秀信

京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン  
株式会社内

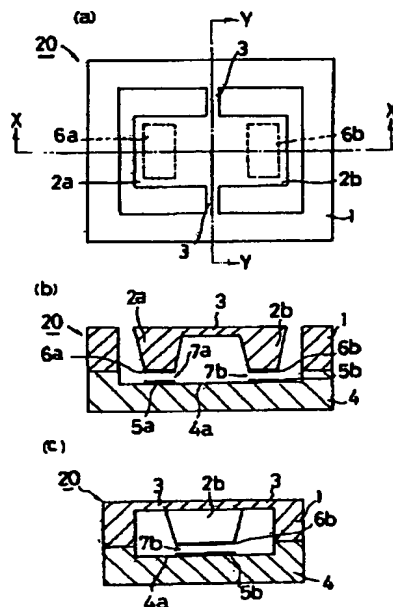
(74) 代理人 弁理士 中野 雅房

(54) 【発明の名称】 角加速度センサ

(57) 【要約】

【目的】 自動車等の回転による角加速度を検出する小型の角加速度センサを提供する。

【構成】 角枠型をしたフレーム1の中央に弾性を有するビーム3を架設し、ビーム3の両側にそれぞれ同重量のマス部2a、2bを対称に設け、当該マス部2a、2bをビーム3の軸心回りに微小角度回転できるようにしてある。フレーム1の下面にはベース4を接着してある。各マス部2a、2bの底面には可動電極6a、6bを設けてあり、ベース4の内面にはこれに対向させて静止電極5a、5bを設けてある。角加速度は、対向電極5a、6a；5b、6b間の静電容量の変化からビーム3の振れ角を求めることにより検出される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 弾性を有するビームにより慣性モーメントの大きなマス部を支持体に軸支させ、前記ビームの振れ角から角加速度を検出するようにした角加速度センサ。

【請求項2】 前記ビームを挟んでその両側にそれぞれマス部を設けたことを特徴とする請求項1に記載の角加速度センサ。

【請求項3】 前記マス部の表面に可動電極を設け、当該可動電極に対向させて静止電極を配置し、可動電極と静止電極の間の静電容量から前記ビームの振れ角を検出するようにしたことを特徴とする請求項1又は2に記載の角加速度センサ。

【請求項4】 前記ビームを挟んでその両側にそれぞれマス部を設け、当該各マス部の表面に可動電極を設け、各可動電極に対向させてそれぞれ静止電極を配置し、前記各対向電極間の静電容量を比較して前記ビームの振れ角を検出するようにしたことを特徴とする請求項2又は3に記載の角加速度センサ。

【請求項5】 前記ビームに当該ビームの振れを検出するためのピエゾ抵抗素子を設け、当該ピエゾ抵抗素子の抵抗値変化により前記ビームの振れ角を検出するようにしたことを特徴とする請求項1又は2に記載の角加速度センサ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、角加速度センサに関する。具体的には、ビームによって回転自在に支持したマス部の回転角から角加速度を検出する角加速度センサに関する。

【0002】

【背景技術】 図7は従来の加速度センサ50の斜視図である。この加速度センサ50にあっては、角枠型をしたフレーム51の中央にマス部52を配設し、弾性を有するビーム53によりフレーム51にマス部52を片持ち状に支持してある。マス部52は、ビーム53の弾性変形によってマス部52の厚さ方向（図中x方向）に自由に微小変位できるようになっている。さらに、ビーム53の表面にはビーム53の撓みを検出するためのピエゾ抵抗素子54が設けられている。

【0003】 しかし、加速度センサ50にx方向の加速度が加えられた場合、その加速度の大きさに応じてマス部52が変位し、ビーム53が弾性的に撓む。そして、ビーム53上に設けたピエゾ抵抗素子54の抵抗値の変化を検出することにより加速度を検出することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このような従来の加速度センサ50では直線方向の加速度しか検出できず、自動車等の回転による角加速度は検出でき

ない。

【0005】 本発明は、叙上の従来例の欠点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、自動車等の回転による角加速度を検出できる小型の角加速度センサを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明の角加速度センサは、弾性を有するビームにより慣性モーメントの大きなマス部を支持体に軸支させ、前記ビームの振れ角から角加速度を検出するようにしたことを特徴としている。

【0007】 また、前記マス部は、ビームを挟んでその両側にそれぞれ設けてもよい。

【0008】 また、前記マス部の表面に可動電極を設け、当該可動電極に対向させて静止電極を配置し、可動電極と静止電極の間の静電容量から前記ビームの振れ角を検出するようにしてもよい。

【0009】 さらに、前記ビームを挟んでその両側にそれぞれマス部を設け、当該各マス部の表面に可動電極を設け、各可動電極に対向させてそれぞれ静止電極を配置し、前記各対向電極間の静電容量を比較して前記ビームの振れ角を検出するようにしてもよい。

【0010】 あるいは、前記ビームに当該ビームの振れを検出するためのピエゾ抵抗素子を設け、当該ピエゾ抵抗素子の抵抗値変化により前記ビームの振れ角を検出するようにしてもよい。

【0011】

【作用】 本発明の角加速度センサにあっては、慣性モーメントの大きなマス部を弾性を有するビームにより軸支させているので、例えば当該センサ（支持体）を一定の角加速度で回転させた場合、この角加速度によってビームが振れる。あるいは、マス部に生じる慣性トルク（＝慣性モーメント×角加速度）とビームが振れて発生する弾性トルクとがバランスする。一方、ビームの弾性トルクと振れ角とは比例している。従って、この時のビームの振れ角を検出することにより角加速度を検出することができる。

【0012】 ビームの振れ角は、マス部に設けた可動電極と当該可動電極に対向するように配置された静止電極との間の静電容量から求めるようにすれば、電気的信号として出力することができ、制御系への信号入力もスムーズに行なえる。特に、ビームの両側に設けた可動電極と静止電極の間の両静電容量からビームの振れ角を求めるようにすれば、各静電容量のオフセット値に影響されことなく、精度よくビームの振れ角を検出することができる。

【0013】 また、ビームに設けたピエゾ抵抗素子の抵抗値変化からビームの振れ角を検出するようにしても、検出信号を電気的信号として出力することができる。

【0014】

【実施例】 図1、図2に本発明の一実施例による角加速

3

度センサ20を示す。図1(a)は角加速度センサ20の上面図、同図(b)は(a)のX-X線断面図、同図(c)は(a)のY-Y線断面図、図2はマス部2a、2b及びビーム3の斜視図である。この角加速度センサ20にあっては、角枠型をしたフレーム1の中央に弾性を有する1本のビーム3を架設し、ビーム3の両側に振り分けるようにしてそれぞれ対称なマス部2a、2bを一体に設け、ビーム3を弾性的に振らせることによって当該マス部2a、2bをビーム3の軸心回りに微小角度回転できるようにしてある。また、このフレーム1、ビーム3及びマス部2a、2bは、半導体製造プロセスを用いてシリコンウェハから一体に製作されている。

【0015】また、フレーム1の下面にはバイレックスガラス製のベース4を接着剤等によって接着してある。ベース4の内面にはマス部2a、2bが微小角度回転できるように窪み4aを形成してあり、窪み4aの底面には各マス部2a、2bの下面と対向させて静止電極5a、5bを設けてある。一方、各マス部2a、2bの下面には可動電極6a、6bを設けてあり、これと前記静止電極5a、5bでコンデンサ(可変コンデンサ)7a、7bを形成している。

【0016】次に、この角加速度センサ20の動作を説明する。図3はその説明図であって、(a)は当該センサ20の静止時の状態、(b)(c)は当該センサ20に角加速度が働いている時の状態を示している。なお、図3において、mはベース4の底面に立てた垂線、nはビーム3の下面から垂下した垂線、 $\theta$ はビーム3の振れ角である。

【0017】図3(a)に示すように角加速度センサ20に角加速度が働いていない時には、マス部2a、2bはどちらにも傾かず静止している。また、図3(b)に示すように当該センサ20(フレーム1)を時計の針の回転方向と逆の回転方向に角加速度gで回転させた場合、この角加速度gによってマス部2a、2bが傾いてビーム3が時計の針の回転方向に振れる。あるいは、図3(c)に示すように当該センサ20(フレーム1)を時計の針の回転方向に角加速度gで回転させた場合、この角加速度gによってマス部2a、2bが傾いてビーム3が時計の針の回転方向と逆の回転方向に振れる。図3(b)又は(c)の状態においては、マス部2a、2bに働く慣性トルク $F_i$ (=マス部の慣性モーメント×角加速度g)とビーム3が振れて発生する弾性トルク $F_s$ とは釣り合っている。一方、ビーム3の弾性トルク $F_s$ は、ビーム3の振れ角 $\theta$ に比例している。従って、ビーム3の振れ角 $\theta$ と角加速度gとは比例しており、ビーム3の振れ角 $\theta$ を検出することにより角加速度gを検出することができる。

【0018】ビーム3の振れ角 $\theta$ を電氣的に検出するにはコンデンサ7a、7bの静電容量 $C_a$ 、 $C_b$ の大小関係を比較するとよい。つまり、例えば図3(b)で角加

4

度gを大きくすると振れ角 $\theta$ が大きくなる。振れ角 $\theta$ が大きくなると電極5a、6a間のギャップ量 $d_a$ が大きくなり、同時に電極5b、6b間のギャップ量 $d_b$ が小さくなる。換言すると、振れ角 $\theta$ が大きくなるとコンデンサ7aの静電容量 $C_a$ が小さくなり、同時にコンデンサ7bの静電容量 $C_b$ が大きくなる。従って、コンデンサ7a、7bの静電容量 $C_a$ 、 $C_b$ の大小関係を比較することにより振れ角 $\theta$ を検出することができ、ひいては角加速度gを検出することができる。

10 【0019】図4に、この静電容量 $C_a$ 、 $C_b$ を比較して角加速度gを検出するための信号処理回路8を示す。この信号処理回路8は、コンデンサ7a、7bの静電容量 $C_a$ 、 $C_b$ に応じた周波数 $f_a$ 、 $f_b$ のパルス信号を出力させるための2個の発振回路9a、9bと、発振回路9a、9bから出力されるパルス信号の周波数の差 $f = f_a - f_b$ を演算させるための減算器10からなる。

20 【0020】発振回路9aにあっては、インバータ14の出力端子とインバータ15の入力端子を接続し、インバータ15の出力端子と両インバータ14、15の midpointとの間をセンサ20のコンデンサ7aと抵抗17とからなる時定数回路により接続してある。さらに、コンデンサ7aと抵抗17の midpointとインバータ14の入力端子とを抵抗16により接続し、インバータ15の出力をコンデンサ7aを介してインバータ14の入力へ帰還させている。しかして、発振回路9aは非安定マルチバイブレーターを形成しており、コンデンサ7aの静電容量 $C_a$ 及び抵抗17の抵抗値Rによって決まる時定数 $RC_a$ に反比例する周波数 $f_a$ ( $=1/kRC_a$ )で発振する。そして、インバータ15の出力端子を減算器10への入力端子11に接続してあるので、減算器10の入力端子11には周波数 $f_a$ のパルス信号が入力される。

30 【0021】発振回路9bは発振回路9aと同じ構成のものであり、発振回路9aにおけるコンデンサ7aの代わりにコンデンサ7bを接続したものである。しかして、発振回路9bはコンデンサ7bの静電容量 $C_b$ 及び抵抗17の抵抗値Rによって決まる時定数 $RC_b$ に反比例する周波数 $f_b$ ( $=1/kRC_b$ ; kは比例定数)で発振する。発振回路9bのインバータ15の出力端子は減算器10への入力端子12に接続してある。これにより、減算器10の入力端子12には周波数 $f_b$ のパルス信号が入力される。

40 【0022】減算器10の出力端子13には、入力端子11、12に入力されたパルス信号の周波数の差 $f$ なる周波数のパルス信号が出力される。この周波数の差 $f$ は次式で表される。

$$f = f_a - f_b = (1/C_a - 1/C_b) / kR \\ = (d_b - d_a) / k\epsilon SR \quad \cdots \textcircled{1}$$

ここで、ギャップ量 $d_a$ 、 $d_b$ は平均値、Sはコンデンサ7a、7bの電極面積、 $\epsilon$ は電極間ギャップの誘電率である。



【0023】図5はギャップの差 $d_a - d_b$ と振れ角 $\theta$ の関係の説明図である。図5において、 $L$ はコンデンサ7 a, 7 bの中心間距離である。対向電極5 a, 6 a; 5 b, 6 b間のギャップ量 $d_a$ ,  $d_b$ とビーム3の振れ角 $\theta$ との間には、 $\tan \theta = (d_a - d_b) / L$ の関係がある。ここで、振れ角 $\theta$ が小さいとすると、 $\theta \approx (d_a - d_b) / L$ となるから、①式は、

$$f = f_0 - f_1 = L \theta / k \varepsilon S R \quad \dots \textcircled{2}$$

と表わされる。従って、減算器10の出力信号の周波数から、ビーム3の振れ角 $\theta$ を容易に求めることができる。しかも、①式から明らかなように周波数 $f$ はギャップ量 $d_a$ と $d_b$ の差で与えられているので、ベース4の底面とマス部2 a, 2 bの下面との距離のパラツキ（あるいは、周波数 $f_0$ ,  $f_1$ のオフセット量）の影響を受けず、精密に角加速度を測定することができる。

【0024】次に、図6は本発明の他の実施例による角加速度センサ30を示す。この加速度センサ30はピエゾ抵抗素子を用いてビームの振れ角 $\theta$ を検出するものであって、ビーム3の振れ角 $\theta$ を検出するためのピエゾ抵抗素子18をブリッジ回路19にしてビーム3に一体に形成してある。

【0025】なお、この角加速度センサ30にあっても、フレーム1とマス部2 a, 2 bとビーム3は1枚のシリコンウェハを半導体製造プロセスで加工して作製してある。さらに、ピエゾ抵抗素子18及びブリッジ回路19はビーム3を半導体製造プロセスで作製する際に拡散技術によりビーム3中に埋め込まれている。

【0026】しかし、当該センサ30に角加速度 $g$ が加えられた場合、角加速度 $g$ の大きさに応じてマス部2 a, 2 bが回転してビーム3が振れ、ビーム3に設けたピエゾ抵抗素子18の抵抗値が変化する。従って、このピエゾ抵抗素子18の抵抗値変化からビーム3の振れ角 $\theta$ を知ることができる。

【0027】

【発明の効果】本発明によれば、マス部を支持しているビームの振れ角を検出するだけで、容易に角加速度を計測することができる。しかも、構造が簡単であるから、小型の角加速度センサを製作することができる。

【0028】さらに、静電容量型やピエゾ抵抗素子型に構成することにより容易に振れ角を検出でき、検出信号を電気信号として出力させることができ、制御系への信号入力もスムーズに行なえる。

【0029】特に、ビームの両側に設けた可動電極と静止電極の間の両静電容量からビームの振れ角を求めるようにすれば、各静電容量のオフセット値に影響されることなく、精度よくビームの振れ角を検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による角加速度センサの構成図であって、(a)は上面図、(b)は(a)のX-X線断面図、(c)は(a)のY-Y線断面図である。

【図2】同上のマス部及びビームの斜視図である。

【図3】(a)は同上の角加速度センサにおける静止時の動作説明図、(b) (c)はそれぞれ異なる方向の角加速度が加えられた時の動作説明図である。

【図4】同上の信号処理回路の回路図である。

【図5】コンデンサのギャップ量の $d_a$ ,  $d_b$ とビームの振れ角 $\theta$ の関係を示す説明図である。

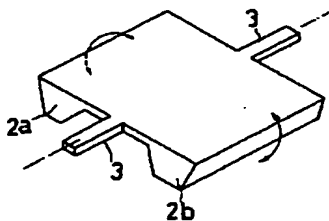
【図6】本発明の他の実施例による角加速度センサの一部破断した斜視図である。

【図7】従来の加速度センサの斜視図である。

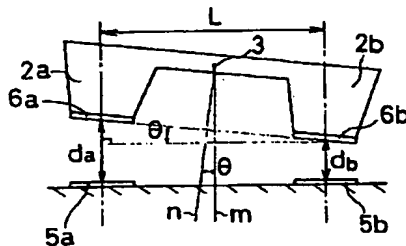
【符号の説明】

- 1 フレーム
- 2 a, 2 b マス部
- 3 ビーム
- 5 a, 5 b 静止電極
- 6 a, 6 b 可動電極

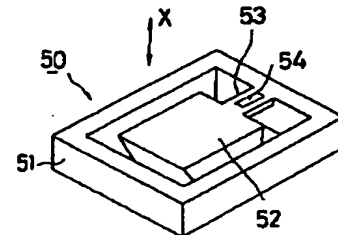
【図2】



【図5】



【図7】



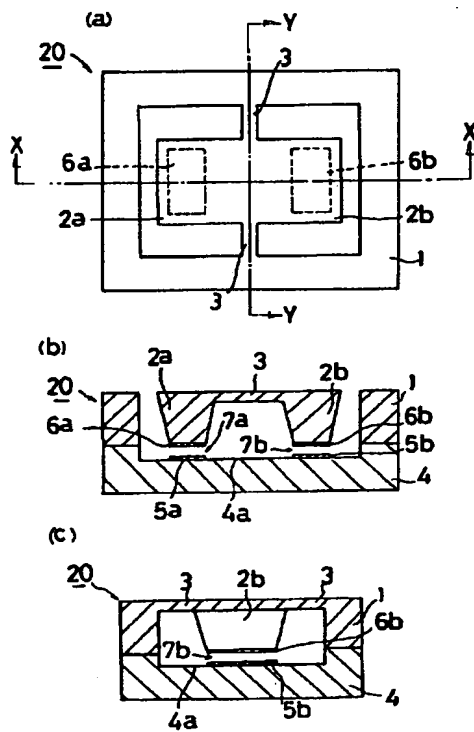




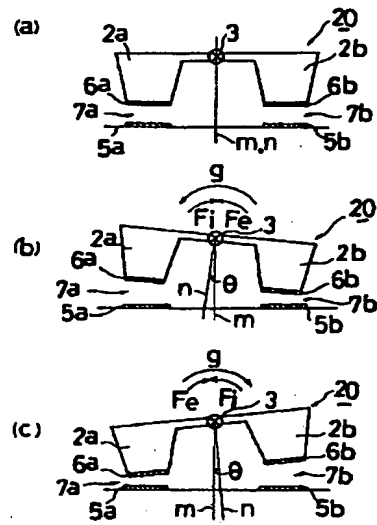
(5)

特開平5-142251

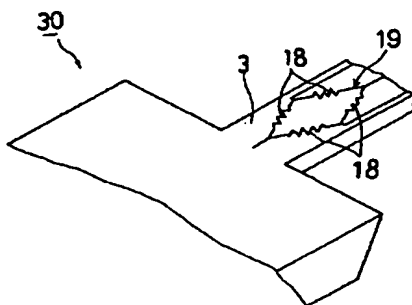
【図1】



【図3】



【図6】





(6)

特開平5-142251

【図4】

8

